Aus der chirurgischen Klinik der Universität Rostock
Direktor: Prof. Dr. v. Gaza

Die Veränderungen der Bandscheiben beim Wirbelgleiten

Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde einer Hohen
Medizinischen Fakultät der Universität Rostock

vorgelegt von

Heinz Sandmann
aus Kattowitz

Carl Hinstorffs Hofbuchdruckerei / Rostock
1934

Referent: Professor Dr. Meyer-Burgdorff.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinem Vater
in Dankbarkeit gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549215_0170

Unter Spondylolisthesis verstehen wir ein Abgleiten eines Wirbels über den darunter liegenden Wirbel. An diesem Gleitprozeß beteiligen sich der Wirbelkörper, die Bogenwurzeln, die Querfortsätze und die oberen Gelenkfortsätze, ohne daß die unteren Gelenkfortsätze und der hintere Teil der Bögen mit dem Dornfortsatz aus ihrer ursprünglichen Lage gebracht werden. Demzufolge muß primär eine Trennung im seitlichen Anteil des Wirbelbogens stattgefunden haben. Wir bezeichnen diesen Zustand der Lösung des Wirbelkörpers von seinen zugehörigen Bogenanteilen als Spondylolysis, die, genauer lokalisiert, sich an der Stelle des Wirbelbogens ausbildet, wo oberer und unterer Quergelenkfortsatz zusammenstoßen, in der sog. Interartikularportion (im folgenden als I.A.P. abgekürzt). Am häufigsten findet der Gleitprozeß in der Lendenwirbelsäule statt, derart, daß der fünfte Lendenwirbel über den ersten Kreuzbeinwirbel — in der Regel nach vorn — abrutscht.

Die lebhaften Diskussionen, die namentlich in den letzten Jahren über die Ätiologie der Spondylolisthesis geführt wurden, stellten dieses Krankheitsbild wieder mehr in den Mittelpunkt des Interesses. Der Name Spondylolisthesis wurde 1852 von Kilian geprägt, jedoch war viele Jahrzehnte vorher schon das Bild des Wirbelabrutsches bekannt und beschrieben.

Fast sämtliche vorgenommenen Untersuchungen befaßten sich nur allein mit den Wirbeln selber, während man den Bandapparat, namentlich die Bandscheiben, die selbstverständlich bei dem Prozeß des Wirbelgleitens stark in Mitleidenschaft gezogen werden, fast vollkommen außer Acht ließ. Diese Tatsache ist um so verwunderlicher, wenn man bedenkt, daß die Zwischenwirbelscheiben fast den vierten Teil der Gesamtwirbelsäule darstellen.

Namentlich Neugebauer hat in den neunziger Jahren das Krankheitsbild der Spondylolisthesis, das vor ihm schon beobachtet, aber nie richtig gedeutet, sondern u. a. als

Fraktur oder Caries sicca ausgelegt wurde, geklärt. Neugebauer zeigte, daß eine vorangegangene Spondylolysis Voraussetzung und Grundbedingung für das Wirbelgleiten ist. Es muß eine symmetrische oder asymmetrische Trennung im Wirbelbogen eintreten, eine Spaltbildung, die, genauer lokalisiert, stets in der I.A.P. des Wirbelbogens zu finden ist. Analog zur Spina bifida anterior und posterior spricht Meyer-Burgdorff, vom morphologischen Gesichtspunkt aus betrachtet, von einer Spina bifida lateralis. Entdeckt wurde dieser für die Ätiologie so wichtige Spalt von Lambl. Hat eine derartige Spondylolyse sich herausgebildet, so kommt es zum Wirbelgleiten. Dieser Vorgang vollzieht sich selbstverständlich nicht innerhalb einiger Tage, sondern erstreckt sich, da die Natur dem Widerstände entgegensetzt, über Monate und Jahre hinaus. Die Voraussetzung für das Abgleiten ist die Nachgiebigkeit der Zwischenwirbelscheibe; sie wird beim Gleiten des Wirbels gedehnt, und dadurch erfolgt in ihr ein erheblicher Umbau. Im Endstadium ist sie durch Bindegewebsmassen und Knochenneubildungen ersetzt. Dabei bilden sich exostosenartige Randwülste, die die Bandscheibe überbrücken. Am Grundwirbel springt ein knöcherner Konsolenvorbau heraus, um dem abgeglittenen Wirbel einen neuen Halt zu geben.

Mit dem Vorgleiten des Wirbelkörpers muß der primäre Spalt in der I.A.P., der sich während der Spondylolysis gebildet hat, breiter werden und weiter auseinanderklaffen. Bindegewebe wächst nun in diesen Spalt hinein. Dieser wird überbrückt, so daß man diesen Zustand als eine Art von Pseudarthrose bezeichnen könnte. In seltenen Fällen kann diese Brücke verknöchern, so daß von einer Pseudarthrose nichts mehr zu erkennen ist. Als Endresultat zeigt sich dann eine Verlängerung des Bogenanteiles in sagittaler Richtung, so daß der vorher annähernd runde Wirbelkanal elliptische Gestalt annimmt. Man spricht hier von einer Elongation des Wirbelbogens.

Ursachenforschung.

Die ersten Untersuchungen und Experimente an der Leiche beschäftigten sich weniger mit der Frage nach der Ätiologie des Wirbelgleitens als mit dem Mechanismus

des Abgleitens selber. Welches sind vor allem die Vorbedingungen, um ein Abrutschen des Wirbels zu ermöglichen? Diese Frage leitete schon 1855 Robert bei seinen Untersuchungen an der Leiche, und das Ergebnis seiner Experimente gilt auch heute noch in unveränderter Form als Grundbedingung für das Zustandekommen der Spondylolisthesis. Bei seinen Untersuchungen fand er, daß der fünfte Lendenwirbel in der Hauptsache durch die Quergelenksfortsätze des Kreuzbeins in seiner Lage gehalten wird. „Die Gelenkfortsätze sind dachziegelförmig zueinander gelagert, so daß die unteren Fortsätze stets auf die Hinterfläche des oberen, die oberen auf die Vorderfläche des darüber liegenden Gelenkfortsatzes greifen. Den Halt geben also dem fünften Lendenwirbel die Gelenkflächen der schiefen Fortsätze des ersten Kreuzbeinwirbels." Robert sägte den Wirbelbogen am Wirbelkörper ab und beraubte somit den Wirbel seines festen Haltes, der ihm durch die Verhakung seines unteren Quergelenkfortsatzes am darunter gelegenen oberen Quergelenkfortsatz des ersten Kreuzbeinwirbels gegeben wird, so daß nach Durchschneidung der Zwischenwirbelscheibe schon bei geringem Druck der Wirbelkörper nach vorn und unten abrutschte. Löste er dagegen sämtliche Bandverbindungen und durchschnitt die Bandscheibe, ohne den Wirbelbogen vom Wirbelkörper zu trennen, so war trotz größter Gewalt der Wirbelkörper nicht aus seiner Lage zu bringen. Ähnliche Versuche wurden von Chiari, Königstein und in letzter Zeit von Hellner an der Leiche ausgeführt. Königstein durchtrennte an der Leiche durch einen Horizontalschnitt die Bandscheibe zwischen letztem Lendenwirbel und dem Kreuzbein. Durch Ausüben eines kräftigen Druckes auf den oberen Teil der Wirbelsäule ließ sich in einem Fall eine Luxation der Wirbelsäule im Gebiet des fünften Lendenwirbels herbeiführen. Bei wiederholten Versuchen in der gleichen Ausführung war eine Verschiebung der Wirbelsäule trotz Lösung aller Bandverbindungen nicht möglich. Erst nach Durchtrennung der Bögen in der I.A.P. des fünften Lendenwirbels konnte der Wirbel bei Ausübung eines leichten Druckes nach vorn abgleiten. Hellner zeigte, daß nach Wegnahme des Wirbelbogens, aber unter Belassung der Quergelenksfortsätze auch bei

stärkster Gewalteinwirkung, wie durch einen Hammerschlag von hinten auf die Wirbelsäule, keine Subluxation erzielt werden konnte. Dehnungen und Zerrungen der sakroiliakalen und sakrolumbalen Bänder und stärkster Druck auf den fünften Lendenwirbel vermögen ihn nicht aus seiner Lage zu bringen, solange die Verhakung der Gelenkfortsätze zwischen fünftem Lendenwirbel und Kreuzbein eine genügende ist.

Das Ergebnis all dieser Experimente und Untersuchungen zeigt, daß eine Bogentrennung in Höhe der I.A.P. Grundbedingung und Voraussetzung für das Zustandekommen des Gleitprozesses ist.

So einig man sich in der Frage nach den Vorbedingungen, die eine Spondylolisthesis eintreten lassen, ist, so sehr gehen die Meinungen über das Zustandekommen des seitlichen Bogenspaltes auseinander. Die Frage nach der Ätiologie ist namentlich in den letzten Jahren Gegenstand lebhafter Erörterungen gewesen, aber eine einheitliche Auffassung bis auf den heutigen Tag noch nicht erreicht.

Die Veränderungen, die in der Umgebung des Spaltes zu beobachten sind, versuchte man u. a. als Tuberkulose, Caries sicca und Osteomyelitis zu deuten und als auslösenden Faktor für die Spaltung anzusprechen, oder man sah diese deformierten Knochenpartien als Ausdruck einer Arthritis deformans der Wirbelsäule an. Daß diese genannten Veränderungen sich gerade an der I.A.P. isoliert lokalisieren sollten, war nicht recht wahrscheinlich und einzusehen, und man suchte nun eine Erklärung für die Ätiologie in der kongenitalen Anlage.

Neugebauer ist es gewesen, der diese Theorie besonders vertreten und ausgebaut hat. Er griff auf die Angabe einzelner Anatomen zurück (Rambaud und Renault), daß jede Wirbelbogenhälfte nicht von einem Knochenkern, sondern von zwei Ossifikationszentren gebildet würde, und erklärte nun die Spaltbildung durch ungenügende oder ausgebliebene knöcherne Verschmelzung. In neuerer Zeit versuchte Willis, Neugebauers kongenitale Theorie zu stützen. Er zeigte durch embryologische Untersuchungen an der Wirbelsäule, daß jede Wirbelbogenhälfte zwei Verknöcherungszentren bildet, die mit einem nur sehr schmalen Stiel zusammenhängen, der

der I.A.P. entspricht. Durch Verknöcherungsstörungen kann nach seiner Ansicht an dieser Stelle ein Spalt entstehen.

Bei Annahme von persistierenden Wachstumszonen im Bogenanteil mußte man gelegentlich auch eine Trennung in der Mittellinie im Sinne einer Spina bifida anterior und posterior erwarten und schließlich das Vorhandensein zweier Knochenkerne in mindestens gleicher Häufigkeit voraussetzen wie im späteren Leben. Nach dem bisher vorliegenden Untersuchungsmaterial jedoch scheint das Vorkommen mehrerer Spalten und das Auftreten zweier Knochenkerne ein Zufallsbefund von allergrößter Seltenheit zu sein, der mit der Häufigkeit der Spaltbildung — nach Neugebauers Angaben zeigen 5 % aller Lendenwirbel die „Spondylolysis congenita — nicht in Einklang zu bringen ist.

Von der Tatsache ausgehend, daß bisher ein Beweis für die kongenitale Theorie noch nicht erbracht werden konnte, kehren verschiedene Autoren (Turner, Meyer-Burgdorff) wieder zu der alten Auffassung zurück, daß es sich bei der Spondylolisthesis nicht um ein angeborenes, sondern um ein erworbenes Krankheitsbild handelt.

Vorbedingungen für das Zustandekommen des Gleitprozesses sind außer der schon vorerwähnten Lösung in der I.A.P. eine vermehrte Lordose, bei der die Beckenneigung größer wird, und eine Mehrbelastung des lumbosakralen Abschnittes, insbesondere der Zwischenwirbelscheiben im Sinne einer Gleitebene.

Der Vorgang des Gleitens zieht sich über Jahre hinaus und läßt drei Stadien erkennen. Im ersten Stadium kommt es am Wirbelbogen im Gebiet der I.A.P. zu leichten Verdichtungen der Randpartien, und im zweiten Stadium zeigt diese Zone Verschmälerung und schollige Auflockerung. Im dritten Stadium schließlich resultiert dann das Bild der vollendeten Spaltung in der I.A.P., deren sekundäre Folge dann das Abgleiten des Wirbelkörpers ist.

Der Spalt entsteht durch allmählichen Abbau der ziemlich kompakt gebauten I.A.P., wobei das Knochengewebe teils durch straffes Bindegewebe, teils durch neugebildeten, unregelmäßig geformten Knochen und Faserknorpel ersetzt wird. Im pathologisch-anatomischen Sinne liegt also da eine Art von Pseudarthrose vor, wie sie von

Looser auf Grund der hier wiedergegebenen Entstehung an anderen Skeletteilen auch als chronische Umbauzone bezeichnet worden ist.

Die dabei wirksamen Kräfte sind gegeben durch vermehrte Lendenlordose, die immer Vorbedingung für das Zustandekommen der Spondylolisthesis ist. Dabei wird die I.A.P. von den benachbarten oberen und unteren Quergelenksschaufeln scherenartig gefaßt. Im Laufe von vielen Monaten und Jahren unterliegen nun durch die dauernd abscherende Wirkung sowohl Quergelenksschaufeln wie auch die I.A.P. einem Umbau und zeigen auch deutliche Spuren dieses Umbaues, wie sie im zweiten Stadium der Spondylolisthesis — also Verschmälerung und schollige Auflockerung — beschrieben sind.

Mit dieser Theorie der Spondylolisthesis acquisita ist auch ein Wirbelrutschen, das nach abgeschlossenem Wachstum auftritt, in Einklang zu bringen, z. B. bei Zunahme des Körpergewichtes in der Gravidität, wobei sämtliche Vorbedingungen, wie Mehrbelastung des lumbosakralen Abschnittes und vermehrte Lordose, einhergehend mit veränderter Körperstatik, erfüllt werden. Die kongenitale Theorie kann bei diesen Fällen keine befriedigende Erklärung für das Zustandekommen des Interartikularspaltes geben, so daß man hier von einer Spondylolisthesis acquisita sprechen muß.

Erwähnt sei an dieser Stelle noch, daß namentlich von amerikanischer Seite (Fitsch) versucht wurde, das Trauma als ätiologischen Faktor anzuschuldigen, eine Auffassung, die sich nicht hat durchsetzen können und im allgemeinen abgelehnt wird auf Grund der experimentellen Erfahrung und der Seltenheit des isolierten Wirbelbogenbruches, die in keinem Verhältnis zur Häufigkeit der Spondylolisthesis steht.

Versuchsanordnung.

Bisher sind die anatomischen Verhältnisse im Lenden- und Kreuzbeinabschnitt so dargestellt, daß dem seitlichen Bogenanteil im Gebiet der I.A.P. die wichtigste Rolle der Erhaltung der normalen Stellung zufällt. Es darf jedoch dabei nicht verkannt werden, daß die mächtige, derbe

Bandscheibe zwischen fünftem Lenden- und erstem Kreuzbeinwirbel, besonders bei langsamem Verlauf des ganzen Krankheitsgeschehens den Gleitprozeß wirksam aufzuhalten vermag. Die Bedeutung dieser Bandscheiben ist bei allen Autoren, die sich mit dem Wirbelgleiten beschäftigt haben, nur dadurch in den Hintergrund getreten, daß bei der experimentellen Auslösung des Gleitens im Leichenversuch mit außerordentlich starken Gewalten gearbeitet wurde, die selbstverständlich auch die dickste Bandscheibe zum Einreißen bringen müssen.

Selbstverständlich ist es bei Versuchen, wie sie von Robert, Chiari, Hellner und Königstein vorgenommen wurden, nicht möglich, etwas über das zeitliche Geschehen an den Bandscheiben während des Abgleitens auszusagen. Es war daher meine Aufgabe, diese Lücke durch Tierexperimente auszufüllen in der Weise, daß zunächst durch einen operativen Eingriff die seitlichen Bogenteile im Bereich der I.A.P. abgetragen und das Abgleiten des Lendenwirbels den mechanisch-statischen Verhältnissen und der Zeit überlassen wurde.

Das Tier ist für derartige Versuche denkbar ungeeignet; denn der Lendenkreuzbeinabschnitt ist beim Vierfüßler grundsätzlich anders gebaut als beim Menschen. Ihm fehlt die Lordose, ihm fehlt insbesondere das Gewicht der oberen Körperhälfte, das beim Abgleiten ebenso wichtig ist wie die Lordose selbst.

Die Experimente wurden an acht Hunden verschiedener Altersklassen und Größen vorgenommen. Hierzu sei noch bemerkt, daß der Wirbel des Hundes in seinem anatomischen Bau im wesentlichen nicht vom menschlichen Wirbel abweicht; nur ist die Anzahl der Wirbel beim Hund eine größere. Wir finden sieben Lendenwirbel, deren Befestigung aneinander in der Hauptsache durch die Quergelenkschaufeln bewirkt wird.

An einem Vorversuch gelegentlich einer Hundesektion wurde der Dornfortsatz des siebenten Lendenwirbels abgemeißelt, darauf der Wirbelbogen beiderseits einschließlich seiner unteren Quergelenksfortsätze abgetragen, so daß das Rückenmark an dieser Stelle freigelegt war. Durch diesen Eingriff ist nun der siebente Lendenwirbel seines normalen und festesten Stützpunktes am Kreuzbein durch Fortnahme

seines unteren Quergelenkfortsatzes beraubt, so daß eine Verbindung zwischen Lendenwirbelsäule und Kreuzbein nur an der Zwischenwirbelscheibe und dem Ligamentum longitudinale anterius und posterius besteht.

Die eine Vorbedingung für das Zustandekommen des Wirbelabgleitens, nämlich die Lösung des Wirbelbogens vom Wirbelkörper in der I.A.P., wird also erfüllt durch die Fortnahme des ganzen Bogens einschließlich seiner Quergelenkschaufeln. Von den übrigen Grundbedingungen, der vermehrten Lordose und der Mehrbelastung im lumbosakralen Abschnitt, brauchte die erstere nicht erstrebt zu werden aus folgenden Gründen: Wie oben schon erwähnt, wird durch die stärkere Lordose die I.A.P. von den benachbarten Quergelenkschaufeln scherenartig gefaßt und angegriffen, ein Zustand, der sich durch die Operation schon erübrigt hatte, weil die I.A.P. ja fortgenommen war. In der horizontalen Lage der Hundewirbelsäule ist nicht nur die Möglichkeit des Wirbelgleitens auf einer schiefen, sondern sogar auf einer senkrecht stehenden Ebene gegeben.

Der ebenso wichtige Faktor, die Belastung der Ebene durch das ganze Rumpfgewicht, fehlt aber im Experiment und ist auch durch künstliche Maßnahmen nicht versucht worden.

Daß bei diesen ungünstigen Verhältnissen im Tierexperiment Ergebnisse erst nach monatelanger Beobachtung erwartet werden konnten, war selbstverständlich. Die Beobachtungen sind daher bis zu sieben Monaten ausgedehnt und dadurch in ihrer Wirkung kontrolliert, daß jeweils in Abständen von ein bis zwei Monaten ein Tier aus der Versuchsreihe herausgenommen, seziert und mikroskopisch untersucht wurde.

Ergebnisse.

Hund I und II hatten eine Laufzeit von zwei Monaten, Hund III und IV eine Laufzeit von drei Monaten. Für Hund V wurde eine Laufzeit von fünf Monaten gegeben, während Hund VI, VII und VIII nach sieben Monaten zur Sektion kamen. Während dieser Versuchszeiten konnten an den Hunden keine Besonderheiten festgestellt werden. Nach Verheilen der Operationswunde bewegten sich die

Hunde wie vorher, nur fiel bei einigen Hunden eine gewisse Bewegungseinschränkung der Wirbelsäule auf.

Nach Herausnahme der Wirbelsäule ergab sich bei allen Präparaten, daß durch die Operation der siebente Lendenwirbel seiner gelenkigen Verbindung mit dem ersten Kreuzbeinwirbel beraubt war und somit nur noch eine Verbindung durch die Bandscheibe bestand. An dieser Stelle konnten Wackelbewegungen ausgedehnten Grades nach allen Seiten hin vorgenommen werden. In den gut fingerkuppengroßen Defekt, der durch die Operation gesetzt war, war derbes Bindegewebe hineingewuchert. Knochenwucherungen waren nicht zu finden. Ein Abgleiten des Wirbelkörpers war nicht erfolgt. Nach sagittaler Durchsägung der Wirbelsäule in der Medianlinie konnten makroskopisch weder am Wirbelkörper noch an der Bandscheibe abnorme Veränderungen festgestellt werden.

Anders lagen die Verhältnisse bei der Wirbelsäule von Versuchshund VII. Hier war es zu einem eindeutigen Bild der Spondylolisthesis gekommen. Wegen des positiven Ausfalles des Versuchs sei hier das Operations- und Sektionsprotokoll wiedergegeben.

Hund VII, 24 kg schwer, mehrere Jahre alt, an dem vor einiger Zeit eine Tenotomie an beiden Achillessehnen vorgenommen war. Dies hatte zur Folge, daß der Hund sich nur schwerfällig bewegen konnte und statt der Sohle den ganzen Hinterlauf beim Fortbewegen aufsetzen mußte.

Operation am 18. 3. 1932. Pernocton 8 ccm, also 0,035 g pro kg Körpergewicht. Narkose tritt prompt ein und wird beim tiefen Arbeiten durch einige Tropfen Äther ergänzt.

Längsschnitt am Übergang vom Kreuzbein zur Lendenwirbelsäule. Freipräparieren der Dornfortsätze und Bögen mit dem Meißel. Die Bögen sind außerordentlich kräftig entwickelt, lassen sich jedoch mit Meißel und Luer gut abtragen. Auf der rechten Seite wird dabei der ganze Quergelenkfortsatz einschließlich seiner unteren Gelenkfläche mit entfernt. Der Defekt zu beiden Seiten reicht bis an die Wirbelkörper heran und ist fingerkuppengroß. Schließung der Wunde, Faszie Katgut, Hautnaht Seide.

Sektion am 12. 10. 1932, also nach einer Versuchszeit von sieben Monaten.

Sektionsbericht: Die Wirbelsäule wird von L VI bis zum Kreuzbein herausgemeißelt. Nach Abpräparieren der Muskulatur ergibt sich folgender Befund: Auf der Ventralseite der Wirbelsäule sieht man in Höhe des siebenten Lendenwirbels einen gut walnußgroßen, knochenharten Tumor, der sich bis zum Anfang des Kreuzbeins erstreckt. Die siebente Zwischenwirbelscheibe ist nicht zu erkennen. An der Dorsalseite fehlt der Dornfortsatz des siebenten Lendenwirbels, außerdem ist beiderseits der Wirbelbogen mit oberen und unteren Quergelenkfortsätzen fortgenommen. Wackelbewegungen sind infolge der festen Verbindung zwischen L VII und dem Kreuzbein nicht möglich.

Die Wirbelsäule wird in sagittaler Richtung durchsägt, und es zeigt sich nun das Bild einer Spondylolisthesis. Der siebente Lendenwirbel ist nach vorn abgeglitten. Zwischen L VII und der Gleitebene, d. h. dem Körper des ersten Kreuzbeinwirbels, ist anstelle der Bandscheibe nur ein ca. 1—2 mm breiter Spalt zu sehen. Die Bandscheibe selbst ist zermürbt, herausgepreßt und liegt als breiige Masse unter dem mächtigen Knochenbalken, der den siebenten Lendenwirbel mit der Gleitebene verbindet und an der Ventralseite als Tumor erschien.

Der verbindende Knochenbalken besteht aus Kompakta von außerordentlich harter Konsistenz.

Histologische Untersuchung.

Um eine mikroskopische Untersuchung der Zwischenwirbelscheibe und der eng damit verbundenen Knorpel-Knochendeckplatte vornehmen können, wurden die Präparate in Ameisensäure entkalkt, in mehreren Stufen geschnitten und zwar die eine Hälfte der sagittal durchsägten Wirbelsäule parallel der Lage der Bandscheibe, die andere Hälfte in einer senkrechten Ebene dazu, so daß sowohl Horizontalschnitte der Bandscheibe wie Querschnitte durch sie vorlagen.

Bevor die Veränderungen an der Bandscheibe dargestellt werden, soll hier noch kurz auf ihren Bau eingegangen werden. Wie bekannt, besteht sie aus dem

Nucleus pulposus und dem Faserring. Die obere und untere Begrenzung bildet eine hyaline Knorpelplatte, die durch eine dünne Kalkschicht an eine siebartig durchlöcherte, knöcherne Schlußplatte des Wirbelkörpers festgeheftet ist. Hier treten beim Jugendlichen die ernährenden Gefäße durch, die aber beim Erwachsenen nicht mehr vorhanden sind; die Bandscheibe ist im Alter gefäßlos. Diese Knorpelplatte bedeckt aber nicht die gesamte Zwischenwirbelscheibe, sondern geht in der Peripherie in den Annulus fibrosus über, hier Randleistenannulus genannt, von dem aus zahlreiche Fasern als Sharpeysche Fasern in den Wirbelkörper hineinziehen und so außer der genannten zwischen Knorpel und knöcherner Schlußplatte aufgekitteten Kalkplatte eine feste Verbindung zwischen Bandscheibe und Wirbelkörper schaffen. Der Annulus fibrosus stellt ein System von konzentrisch angeordneten, bindegewebigen Lamellen dar, die ihrerseits wieder durch feine Faserzüge miteinander verbunden sind. Nach dem Nucleus pulposus zu werden die Lamellen des Annulus fibrosus allmählich dünner und gehen ohne scharfe Grenze in den Gallertkern über, eine aufgequollene Fasermasse mit eingelagerten Chorda- und Knorpelzellen.

Bei dem Krankheitsbild der Spondylolisthesis sind hochgradige Veränderungen an der Zwischenwirbelscheibe und Knorpeldeckplatte zu erwarten. Die stärkere Beanspruchung der Zwischenwirbelscheibe, der nun allein die Aufgabe zufällt, den Wirbelkörper in seiner Lage zu erhalten, die veränderten statischen Verhältnisse, vermehrte Druck- und Zugwirkung führen zu Degenerationen der Bandscheibe, die Schmorl als Osteochondrosis dissecans bezeichnet; ein Bild, das nicht allein bei Spondylolisthesis, sondern bei verschiedenen Erkrankungen der Wirbelsäule zu finden ist. Wie der Name besagt, handelt es sich um Veränderungen, die sich vorwiegend an der Knorpelplatte und dem angrenzenden Knochen abspielen, nachdem mehr oder weniger hochgradige Degenerationen am Annulus fibrosus und Nucleus pulposus vorausgegangen waren.

In einer in letzter Zeit erschienenen Arbeit aus dem Schmorlschen Institut von Hildebrandt wurden diese Veränderungen genauer beschrieben. Es treten Sklerosierungen der Spongiosa des Wirbelkörpers auf, und an den

verdichteten Wirbelkörperendflächen findet man sehr häufig weißliche, knötchenförmige Gebilde, die neugebildeten, hyalinen Knorpel darstellen und von Schmorl als arthritische Knorpelknötchen bezeichnet werden. Ihre Ursache ist wohl dahin zu deuten, daß an irgendeiner Stelle der Randleistenannulus vom Wirbelkörperrand abreißt, sich infolge der festen Verbindung durch die Sharpeyschen Fasern ein Defekt der Knochendeckplatte gebildet hat und es so sekundär an dieser Stelle zu Wucherung von hyalinem Knorpel kommt. Die reaktive Sklerosierung der Spongiosa ist am Lebenden unter Höhenverminderung des Zwischenwirbelraumes als Ausdruck einer Bandscheibendegeneration röntgenologisch in einer außerordentlich starken Verdichtung der Spongiosa in den angrenzenden Teilen der beiden benachbarten Wirbelkörper nachzuweisen. Ähnliche Verhältnisse mußten auch bei den hier beschriebenen Versuchen erwartet werden. So fand sich die von Schmorl beschriebene Sklerosierung der Spongiosa bei Hund VII, bei dem der Versuch, eine Spondylolisthesis zu erzeugen, geglückt war. Sowohl die Gleitebene wie auch der abgeglittene Wirbel und der reaktive Knochenkonsolenvorbau zeigten im Gegensatz zu den übrigen Wirbelkörpern eine stark verdichtete Spongiosa von außerordentlich fester Konsistenz, so daß man von einer Eburnisierung des Knochens sprechen kann.

Man könnte vermuten, daß durch das Abgleiten des Wirbels ein gegenseitiges Abschleifen beider Deckplatten zustande kommt und eine glatte Fläche ohne jegliche Erhabenheiten als Endergebnis resultiert. Jedoch zeigte das mikroskopische Bild, daß die sklerosierten Knochenschlußplatten durchaus keine glatt abgeschliffene Fläche darstellen, sondern zahlreiche kleinhöckerige Wucherungen aufweisen, eine Tatsache, auf die auch Hildebrandt in seiner Arbeit über Osteochondrosis dissecans hinweist. Die Knorpelzellen der Deckplatte sind restlos verschwunden, nur am dorsalen Rand des abgeglittenen Wirbels fällt eine Knorpelinsel von Zellen verschiedener Größe und Gestalt auf. Zweifelsohne handelt es sich bei dieser Knorpelinsel nicht um einen erhalten gebliebenen Rest der Knorpeldeckplatte, da sie nicht das gleichmäßige Bild der Zellstruktur bietet, sondern ein wahlloses Nebeneinander

von großen und kleineren, teils sehr atypisch geformten Zellen darstellt. Hier handelt es sich wohl um ein „arthritisches Knorpelknötchen" im Sinne Schmorls. Auch die Lage dieser Korpelinsel deutet darauf hin. Hier am Rand kann es beim Beginn des Gleitens zu einem Abriß ihres Randleistenannulus gekommen sein, wodurch ein Defekt in der Deckplatte gesetzt war, der eine Knorpelwucherung sekundär zur Folge hatte.

Dasselbe Bild fand sich auch in den mikroskopischen Präparaten von Hund VI. Zu einem Abgleiten des Wirbels war es hier nicht gekommen, jedoch fiel bei der Sektion auf, daß sich zwischen den beiden Wirbeln, die durch den operativen Eingriff ihres gegenseitigen Haltes beraubt waren, Wackelbewegungen nach allen Richtungen hin ausführen ließen. Diese abnorme Beweglichkeit zwischen den beiden Wirbeln führt zur Erklärung des Schmorlschen Knorpelknötchens. Die vermehrte Beweglichkeit der beiden Wirbel untereinander hatte eine stärkere Zerrung der Verbindung zwischen Randleistenannulus und Knorpeldeckplatte zur Folge, bis an einer umschriebenen Stelle der Randleistenannulus abriß. Auch hier entstand wieder ein Defekt, der zu einer reaktiven Knorpelwucherung führt.

Die Vermutung liegt nahe, daß es sich hier um ein Vorstadium des Wirbelgleitens handelt und daß nach stärkerer Degeneration der Bandscheibe der siebente Lendenwirbelkörper nicht mehr genügenden Halt an ihr gehabt hätte und nach Monaten doch noch abgeglitten wäre. Leichtere Anzeichen einer Degeneration der Zwischenwirbelscheibe zeigen sich schon in Gestalt teilweiser Trennung und Auffassung der Faserbündel.

Was ist nun das endgültige Schicksal der Bandscheibe nach vollendeter Spondylolisthesis? Die mikroskopischen Bilder des Wirbelsäulenpräparates von Hund VII geben ein eindrucksvolles Bild von der restlosen Zerstörung der Zwischenwirbelscheibe. Sie ist vollkommen zerquetscht, herausgepreßt und liegt zum Teil nach der Ventralseite zu unter der mächtigen Knochenkonsole, zum Teil nach hinten, zum Wirbelkanal zu, als zermürbte Detritusmasse, in der von den Bindegewebsmassen des Faserringes nichts mehr zu sehen ist. Auffallend ist nur, daß die im Nucleus pulposus sich findenden Chordazellen, die in diesen Präpa-

raten als mehrkernige, große Zellen erscheinen, der Zerstörung und Resorption standgehalten haben und sich als gut gefärbte Zellen in der zermürbten, breiigen Masse hier und da verstreut finden.

Auch über die Lage des Konsolenvorbaus an dem abgeglittenen Wirbel und der Gleitebene gibt die mikroskopische Untersuchung Aufschluß. Es zeigt sich, daß diese Knochenbrücke sowohl mit dem fünften Lendenwirbel wie mit dem ersten Kreuzbeinwirbel eine feste knöcherne Verbindung hat. Ungefähr in der Mitte beider Wirbel geht die weitmaschige Spongiosa des Wirbelkörpers allmählich in eine Kompakta über, die an der Peripherie des Wirbelkörpers an Dichtigkeit zunimmt und kontinuierlich sich in die Knochenkonsole fortsetzt, die nirgends mehr eine Spongiosa aufweist. Dadurch, daß die Wirbelsäule in verschiedene Stufen geschnitten ist, kann die knöcherne Verbindungsbrücke in ihrer ganzen Ausdehnung untersucht werden. Es zeigt sich hierbei, daß sie sich nicht allein an der Ventralfläche des Wirbelkörpers erstreckt, sondern auch lateral um ihn herum greift und so beide Wirbelkörper (L 7 und K.W. 1) gleich einer Klammer vollkommen umschließt.

Im Innern der Konsole befindet sich ein unregelmäßig begrenzter, kleiner Hohlraum, der von Bindegewebe und Zelldetritusmassen der zerquetschten Bandscheibe ausgefüllt ist.

Zu erörtern wäre noch die Frage, warum es bei Hund VII trotz der ungünstigen Verhältnisse im Tierexperiment zu einem Wirbelgleiten gekommen ist.

Infolge der Tenotomie beider Achillessehnen lief der Hund mit deutlich vermehrter Lordose. Diese wie auch das für seine Größe zu hohe Körpergewicht und das höhere Alter des Versuchstieres haben zweifelsohne zum Erfolge des Experimentes beigetragen.

Zusammenfassung.

Die mir gestellte Aufgabe, im Tierexperiment ein Wirbelgleiten zu erzeugen, ist nach einer Versuchszeit von sieben Monaten restlos geglückt. In sieben weiteren Versuchen teils kürzerer Beobachtungszeit ließ sich nur einmal

eine gewisse Lockerung und mikroskopische Veränderung der Bandscheibe nachweisen, die als Vorstufe des Abgleitens betrachet werden darf. Abrisse des Faserringes an der Deckplatte und deren Sklerosierung, Auftreten der Schmorlschen Knorpelknötchen und Auffaserung der Faserbündel sind die ersten Anfänge im Gleitprozeß, dessen Endstadium dann die vollkommene Zermürbung und breiige Erweichung der Zwischenwirbelscheibe darstellt.

Am Schlusse meiner Arbeit ist es mir ein Bedürfnis, Herrn Professor Dr. Meyer-Burgdorff für Überlassung des Themas und für liebenswürdige Unterstützung auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Literaturverzeichnis.

Ach: Spondylolisthesis. Arch. klin. Chirurgie. 163, 240 (1931).

Boehmig: Die Blutgefäßversorgung der Wirbelbandscheiben, das Verhalten des intervertebralen Cnordasegmentes und die Bedeutung beider für die Bandscheibendegeneration. Arch. klin. Chir. 158, 374 (1930).

Chiari: Die Ätiologie und Genese der sog. Spondylolisthesis lumbosacralis. Z.-Heilk. 13, 139 (1882).

Decker: Über Luxationen der Lendenwirbelsäule. Fortschr. Röntgenstr. 21, 39 (1914).

Fitsch: Subluxation in der Lumbosakralverbindung als Ursache einer Paraplegie. Ref. Zbl. Chirurg. 1913/2.

Hellner: Spondylolisthesis, traumatische Sub- bzw. Totalluxation in der Lumbosakralregion und sogenannte Präspondylolisthesis. Fortschr. Röntgenstr. 41, 527 (1930).

Hildebrandt: Über Osteochondrosis dissecans im Gebiet der Wirbelsäule. Fortschr. Röntgenstr. 47 (1933).

Junghanns: Über Wirbelabgleiten. Arch. klin. Chirurgie 159 (1930).

Junghanns: Die Zwischenwirbelscheibe im Röntgenbild. Fortschr. Röntgenstr. 43, H. 3.

Junghanns: Spondylolisthesis, Pseudospondylolisthesis und Wirbelverschiebung nach hinten. Bruns Beitr. 151, 376 (1931).

Kilian: Schilderung neuer Beckenformen und ihres Verhaltens im Leben. Verl. Bassermann u. Mathy. Mannheim 1854.

Königstein: Entstehungsweise spondylolisthetischer Becken. Diss. Marburg 1871/72 (Nr. 12).

Lambl: Zehn Thesen über Spondylolisthesis. Zbl. Gynaek. 9, 356 (1885).

Looser: Zur Kenntnis der Osteogenesis imperfecta congenita und tarda. Mitt. Grenzgeb. Med. u. Chir. 15, 161 (1906).
Looser: Über Spätrachitis und Osteomalazie. Dtsch. Z. Chirurg. 152, 210 (1920).
Meyer-Burgdorff: Untersuchungen über das Wirbelgleiten.
Meyer-Burgdorff: Untersuchungen zur Ätiologie des Wirbelgleitens. Bruns Beitr. 151, 386 (1931).
Meyer-Burgdorff: Der V. Lendenwirbel. Chirurg. 1, 1 (1930).
Neugebauer: Zur Entwicklungsgeschichte des spondylolisthetischen Beckens und seiner Diagnose. Diss. Dorpat 1881.
Neugebauer: Ätiologie der sog. Spondylolisthesis. Arch. Gynaek. 20, 133 (1882).
Putti: Die angeborenen Deformitäten der Wirbelsäule. Fortschr. Röntgenstr. 15, 65, 243 (1910).
Rambaud et Renault: Développement des os. Verl. F. Chamerot, Paris 1864.
Robert: Eine eigentümliche angeborene Lordose, wahrscheinlich bedingt durch eine Verschiebung des Körpers des letzten Lendenwirbels auf die vordere Fläche des ersten Kreuzbeinwirbels nebst Bemerkung über die Mechanik dieser Beckenformation. Mschr. Geburtsh. 5, 81 (1855).
Schmorl: Über pathologische Anatomie der Wirbelbandscheiben. Bruns Beitr. 151 (1931).
Schmorl: Verkalkung der Bandscheiben der Wirbelsäule nebst Bemerkung über das Verhalten der Bandscheibe bei infektiöser Spondylitis. Fortschr. Röntgenstr. 40, 18 (1927).
Schmorl: Aussprache über Untersuchungen der Ätiologie der Spondylolisthesis. Zbl. Chir. 42 (1930).
Turner: Über sog. Spondylolisthesis. Z. org. Chir. 24, 454 (1924).
Wallgren: Über Spondylolisthesis. Akta Orthopaed. Skandinavica (1933) Sonderabdruck.
Willis: The separate neural arch. J. Bone Surg. 13 (1931).

Lebenslauf.

Am 14. Januar 1909 wurde ich als Sohn des Apothekenbesitzers Dr. Otto Sandmann und seiner Ehefrau Dorothea, geb. Schwengberg, in Zawodzie (Kr. Kattowitz) geboren. Bis zum Jahre 1922 besuchte ich das humanistische Gymnasium in Hindenburg O.-S. und kam dann, da mein Heimatsort an Polen abgetreten wurde, auf das Realgymnasium in Spremberg. Ostern 1928 bestand ich an dieser Anstalt die Reifeprüfung.

Vom Sommersemester 1928 bis Ende des Wintersemesters 1929/30 besuchte ich die Universität in Göttingen, ging anschließend im Sommersemester 1930 nach Rostock, wo ich am 11. August 1930 das ärztliche Vorexamen ablegte. Im Wintersemester 1930/31 besuchte ich die Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin und ließ mich im Sommersemester 1932 wieder in Rostock immatrikulieren. Am 1. Dezember 1933 bestand ich das ärztliche Staatsexamen mit dem Prädikat „gut".